CANMET

REPORT 79-24F

Canada Centre for Mineral and Energy Technology

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie

EVALUATION DES RESSOURCES TECHNOLOGIQUES DE L'INDUSTRIE CANADIENNE DE LA FONDERIE

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES MINERAUX

LABORATOIRES DE RECHERCHE EN METALLURGIE PHYSIQUE

Energy, Mines and Resources Canada

Énergie, Mines et Ressources Canada

JUIN 1979

89-05084/

© Minister of Supply and Services Canada 1979

Available in Canada through

Authorized Bookstore Agents
and other bookstores

or by mail from

Canadian Government Publishing Centre
Supply and Services Canada
Hull, Quebec, Canada K1A 0S9

CANMET
Energy, Mines and Resources Canada,
555 Booth St.,
Ottawa, Canada K1A 0G1

or through your bookseller.

Catalogue No. M38-13/79-24F Canada: $3.25
ISBN 0-660-90425-x Other countries: $3.90

Price subject to change without notice.

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1979

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés
et autres librairies

ou par la poste au:

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Hull, Québec, Canada K1A 0S9

CANMET
Énergie, Mines et Ressources Canada,
555, rue Booth
Ottawa, Canada K1A 0G1

ou chez votre libraire.

Nº de catalogue M38-13/79-24F Canada: $3.25
ISBN 0-660-90425-x Hors Canada: $3.90

Prix sujet à changement sans avis préalable.

EVALUATION DES RESSOURCES TECHNOLOGIQUES DE L'INDUSTRIE CANADIENNE DE LA FONDERIE

par

R.C. Shnay*

Révisé et condensé
par
R.K. Buhr**

RAPPORT DE CANMET 79-24F

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES MINERAUX
LABORATOIRES DE RECHERCHE EN METALLURGIE PHYSIQUE

---

* Robert Shnay & Associates Ltd.

**Chef, Section de la fonderie, Laboratoires de recherche en métallurgie physique, CANMET, ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources, Ottawa, et autorité scientifique pour le contrat OSQ78-00078.

34 pp

MICROMEDIA

MICROMEDIA

AVANT-PROPOS

It est important pour l'économie du Canada de maintenir son industrie de la fonderie en bon état, non seulement du point de vue de la main-d'oeuvre et pour sa contribution au produit national brut, mais aussi parce qu'elle est importante au bon fonctionnement de la presque totalité de son industrie secondaire.

On prévoit que l'objectif d'autosuffisance en matière d'énergie du Canada conduira à un accroissement de la demande des coulées d'alliage de haute qualité. Les principales industries qui auront besoin de tels produits seront l'exploitation des sables bitumineux, les pipe-lines de pétrole, les gazoducs et les centrales nucléaires. Vu le besoin de conserver l'énergie, il y aura certainement un accroissement de la demande de pièces coulées de haute qualité pour les véhicules et la machinerie agricole. Les secteurs moins perfectionnés du marché sont menacés de concurrence des prix de la part des autres pays dont le volume de production élevé, une meilleure efficacité ou des coûts de main-d'oeuvre plus bas leur permettent de rivaliser sur les marchés canadiens. Ces défis doivent être relevés par l'acquisition et l'adoption de la plus récente technologie.

La Section de la fonderie des Laboratoires de recherches en métallurgie physique effectue des projets de recherche et de développement d'intérêt national dans le cadre du programme de recherche sur les minéraux du ministère. La section offre aussi une aide technique aux particuliers suivant les restrictions imposées par le gouvernement fédéral. Au cours des années, les travaux effectués par la section ont connu un succès auprès de l'industrie de la fonderie. Par contre, les ressources de R & D pourraient être employés à de meilleures fins si les programmes et les services de recherche étaient basés sur des renseignements plus détaillés des besoins technologiques de l'industrie canadienne de la fonderie.

A cette fin, un contrat a été adjugé à Robert Shnay & Associates Ltd., leur permettant d'étudier cette industrie à l'aide de questionnaire et de visites à l'usine. Cette société a ensuite rédigé un rapport et les résultats abrégés sont présentés dans le présent rapport au profit de l'industrie et du public.

R.K. Buhr

FOREWORD

A healthy, viable foundry industry is important to the Canadian economy, not only as a source of employment and contributor to the gross national product, but also because it is essential to almost all secondary manufacturing operations.

The Canadian objective of energy self-sufficiency is expected to create increased demands for high integrity alloy castings. The principal industries requiring such products will be tar sand mining, oil and gas pipelines and nuclear plants. With the need to conserve energy, there will also be an increased demand for automotive machinery and agricultural castings with higher integrity. The less sophisticated segments of the market face increasing price competition from other countries where high volumes, greater efficiency or lower labour costs allow them to compete effectively in the Canadian market. These challenges must be met by acquiring and utilizing the latest technology.

The Foundry Section of the Physical Metallurgy Research Laboratories carries out research and development projects perceived to be in the national interest in response to the Minerals Research Program of EMR. Technical assistance by the section is also provided on request to individuals, subject to certain restrictions imposed by the federal government. Through the years, the work of the section has been well received by the foundry industry. However, these R & D resources could be better utilized if research programs and services were based on more detailed information of the technological needs of the Canadian foundry industry.

It was therefore decided to obtain more detailed information and a contract was awarded to Robert Shnay & Associates Ltd. to conduct a survey by means of questionnaires and plant visits. A report was duly prepared by the consulting firm, the results of which have been summarized and presented in this report for the benefit of the industry and public at large.

R.K. Buhr

EVALUATION DES RESSOURCES TECHNOLOGIQUES DE L'INDUSTRIE CANADIENNE DE LA FONDERIE

par

R.C. Shnay*
Rédigé et abrégé par R.K. Buhr**

SOMMAIRE

Robert Shnay & Associates Ltd., par un contrat accordé par Energie, Mines et Ressources Canada, a effectué une étude et une évaluation des compétences technologiques de l'industrie canadienne de la fonderie. Les résultats serviront de guide pour les projets futurs de recherche et de développement effectués par l'EMR pour améliorer la rentabilité de cette industrie.

On a d'abord rédigé une liste à jour des fonderies en opération et des questionnaires ont été expédiés à ces 324 fonderies. Par la suite, cinquante-quatre de ces usines ont été contactées soit par téléphone ou par des visites afin de recueillir des renseignements plus détaillés. On a reçu 152 réponses.

Du point de vue régional, la compétence technique est plus élevée au sud de l'Ontario et moins poussée dans les provinces de l'Atlantique. La compétence est aussi fonction du genre de fonderie, le marché à desservir et la dimension de la fonderie. L'attitude de la direction vis-à-vis la protection de l'environnement, la santé et la sécurité, la conservation de l'énergie et la technologie semblait dépendre beaucoup plus du genre de marché à desservir que de la dimension de la fonderie, i.e. les exigences technologiques d'un marché quelconque prescrivent la compétence technologique atteinte par la fonderie qui dessert ce marché.

Les fonderies qui remportent du succès sont celles qui se sont triées un place sur les marchés et ont perfectionné leur équipement de production, leur technologie et leur compétence de façon mésurée et équilibrée. Les fonderies qui ont négligé de le faire n'ont pas connu de succès.

Les principaux acheteurs des pièces de coulée étaient généralement satisfaits de la qualité des pièces provenant des fonderies canadiennes. Ils ont par contre critiqué l'inaptitude des fournisseurs lorsqu'il s'agit de commandes volumineuses ou, dans un cas, de conseiller sur les matériaux résistant à la corrosion ou à l'abrasion.

Les exportations sont un facteur important. Trente-quatre des fonderies consultées ont affirmé que les exportations étaient un facteur important. La dévaluation du dollar canadien n'a eu presque aucun effet car l'importation des Etats-Unis de la majorité des biens d'approvisionnement et d'équipement a vite fait d'annuler tout bénéfice d'échange. Dans plusieurs cas, le prix du métal canadien correspond au prix des Etats-Unis.

Plusieurs projets de recherche et de développement sont identifiés. On a découvert que le facteur le plus important pour hausser la compétence technique de l'industrie est une bonne source d'ingénieurs et de techniciens d'expérience. Selon les réponses aux questionnaires et les visites, l'industrie pourrait avoir besoin de 445 ingénieurs et techniciens de plus dans les prochains cinq ans. Aux Etats-Unis et en Europe, les universités et les collèges offrent soit un programme de technologie de la fonderie ou ont leurs propres collèges de fonderie; non pas au Canada. L'embauche d'étudiants gradués étrangers est quelquefois compliqué à cause de mesures d'immigration, l'inaptitude à s'adopter à la vie canadienne et les problèmes linguistiques. Il faut trouver des solutions à cette pénurie de personnes qualifiées le plus tôt possible.

---

* Robert Shnay & Associates Ltd. **Chef de la Section de la fonderie, Laboratoires de recherche en métallurgie physique, Energie, Mines et Ressources Canada, Ottawa.

ASSESSMENT OF THE TECHNOLOGICAL CAPABILITIES OF THE CANADIAN FOUNDRY INDUSTRY

by

R.C. Shnay*
Edited and condensed by R.K. Buhr**

SUMMARY

A study and assessment of the technological capabilities of the Canadian foundry industry was carried out by Robert Shnay & Associates Ltd., under contract to Energy, Mines and Resources Canada. The results of this survey were intended to be used as a guide for future research and development projects in EMR aimed at improving industry viability.

An up-to-date list of operating foundries was first developed and questionnaires were mailed to the 324 foundries identified. This was followed by telephone contacts and personal visits to 54 of the plants to elicit more detailed information. A total of 152 responses were received.

Technical capability, on a regional basis was found to be highest in southern Ontario and lowest in the Atlantic provinces. Competence was also related to the type of foundry, the market served and size of the foundry. Management attitudes to environmental controls, health and safety, energy conservation and technology appeared to depend more on the market served than on the foundry size, i.e., the technological requirements of a specific market dictated the technological level of the foundry serving that market.

Successful foundries were those that had established a market position and had developed their production equipment, technology and expertise in a measured, balanced manner to support it. The unsuccessful foundries had failed to do so.

Major buyers of castings were generally satisfied with the quality of the castings received from Canadian foundries but were critical of the suppliers inability to handle large orders and, in one case, for failure to provide technical advice on corrosion and abrasion-resistant materials.

Export business was a significant factor at 34 foundries contacted. The devalued Canadian dollar had little effect, however, as most of the supplies and equipment required by the foundries were imported from the U.S.A. largely cancelling the exchange advantage. In many cases, metal prices were dictated by the U.S. price as well.

A number of research and development projects were identified. However, the most significant requirement for upgrading the technical competence of the industry was indicated to be properly trained engineers and technicians. On the combined basis of the questionnaires and visits, the industry was estimated to require 445 more engineers and technicians over the next five years. In the U.S.A. and Europe, universities and colleges have foundry engineering options or actual foundry colleges. These do not exist in Canada. The hiring of foreign graduates with such training is sometimes difficult because of immigration procedures, inability to adapt to Canadian life, and language problems. Means of overcoming the anticipated shortage of skilled personnel are urgently needed.

---

* Robert Shnay & Associates Ltd. **Head, Foundry Section, Physical Metallurgy Research Laboratories, CANMET, Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa.

TABLE DES MATIERES

		Page
AVANT-PROPOS		i
FOREWORD		ii
SOMMAIRE		iii
SUMMARY		iv
1.	INTRODUCTION	1
2.	LISTE DE FONDERIES	1
2.1	Façon de procéder	1
2.2	Limitations	1
2.3	Analyse	1
3.	QUESTIONNAIRES	2
3.1	Façon de procéder	2
3.2	Réponses	2
4.	RESUME DE L'INFORMATION RECUEILLIE SUR LES QUESTIONNAIRES	3
5.	VISITES	4
5.1	Façon de procéder	4
5.2	Observations générales	7
5.3	Mesures de protection de l'environnement	8
5.4	Santé et sécurité	9
5.5	Economies d'énergie	10
5.6	Technologie	12
6.	SUCCES ET ECHECS DE L'INDUSTRIE DE LA FONDERIE	13
6.1	Commentaires généraux	13
6.2	La clef du succès	13
6.3	Les raisons des échecs	15
6.4	Commentaires des acheteurs	16
7.	IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS DE PIECES COULEES	16
7.1	Statistiques	16
7.2	Visites de fonderies	17
7.3	Information fournie par les acheteurs de pièces coulées	17
8.	CONCLUSIONS - BESOINS DE L'INDUSTRIE CANADIENNE DE LA FONDERIE	18
8.1	Commentaires généraux	18
8.2	Instruction et formation	18
8.3	Contrôle des procédés	19
8.4	Contrôle de la qualité	20
8.5	Technologie	20
8.6	Vente et commercialisation	21
8.7	Protection de l'environnement, santé et sécurité	21
8.8	Economies d'énergie	21
8.9	Succès et échecs dans l'industrie de la fonderie	21

TABLE DES MATIERES (suite)

		Page
9.	RECOMMANDATIONS GENERALES	22
9.1	Instruction et formation	22
	9.1.1 Cours offerts dans les établissements reconnus	22
	9.1.2 Formation permanente et en cours d'emploi	22
	9.1.3 Recrutement	23
9.2	Contrôle des procédés	23
9.3	Contrôle de la qualité	23
9.4	Technologie	23
9.5	Economies d'énergie	23
9.6	Commercialisation	23
10.	RECOMMANDATIONS PRECISES CONCERNANT DES PROGRAMMES DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT	24
REMERCIEMENTS		25

TABLEAUX

1.	Profil technologique de l'industrie canadienne de la fonderie de l'acier	3
2.	Profil technologique de l'industrie canadienne de la fonderie du fer	4
3.	Profil technologique de l'industrie canadienne de la fonderie des métaux non ferreux	5
4.	Profil technologique de l'industrie canadienne du moulage à la cire perdue	5
5.	Résumé des ressources techniques	6

1. INTRODUCTION

Le ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources, par l'entremise de CANMET, a engagé la firme Robert Shnay & Associates Ltd. pour effectuer une étude et une évaluation des ressources technologiques de l'industrie canadienne de la fonderie. Ce travail avait essentiellement pour but d'établir un profil technologique de l'industrie. A la lumière des résultats obtenus, le Ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources mettra sur pied un programme susceptible d'améliorer la viabilité future de l'industrie.

Le ministère de l'Industrie et du Commerce et divers gouvernements provinciaux ont déjà fait des études sur l'industrie canadienne de la fonderie. Toutefois, ces travaux portaient essentiellement sur des aspects généraux des affaires et de l'économie, et se limitaient en grande partie aux fonderies de métaux ferreux. La présente étude traite surtout de l'aspect technologique et comprend les fonderies de métaux ferreux, les fonderies de métaux non ferreux et les mouleurs utilisant le procédé à la cire perdue.

On a dressé une liste à jour de toutes les fonderies en exploitation au Canada, puis on a élaboré un questionnaire qui a par la suite été envoyé à chacun des établissements. Le questionnaire se voulait détaillé, mais facile à remplir. Ceux qui n'avaient pas repondu au questionnaire ont été contactés par téléphone et un certain nombre ont été visités en personne. On a également interrogé des acheteurs de pièces coulées pour savoir ce qu'ils pensaient de la capacité technique des fonderies. Dans le présent rapport, on parle de tous ces facteurs et on décrit les besoins de l'industrie canadienne de la fonderie.

2. LISTE DE FONDERIES

2.1 FACON DE PROCEDER

Nous avons d'abord obtenu des listes préliminaires en nous adressant au ministère de l'Industrie et du Commerce, à des ministères provinciaux de l'Industrie et à des associations commerciales, ainsi qu'en puisant dans des annuaires commerciaux. A partir de ces sources, nous avons produit une liste de destinataires. Puis, nous avons vérifié des listes locales dans chaque grand centre, d'abord en nous servant des annuaires téléphoniques, ensuite en nous mettant en communication avec des fournisseurs locaux et des fondeurs importants. Après avoir supprimé ou ajouté certains éléments au besoin, nous avons constitué la liste définitive.

2.2 LIMITATIONS

La liste définitive comprend toutes les fonderies qui étaient en exploitation le 1er décembre 1978. Une des questions que l'on nous a posée à l'occasion consistait à savoir ce que l'on entendait par fonderie. Un certain nombre d'entreprises initialement classées comme fonderies de métaux non ferreux et une entreprise classée comme mouleur à la cire perdue ont exprimé le désir d'être exclues de la liste, car elles ne se considéraient pas comme des membres de l'industrie de la fonderie. En fait, ces compagnies fondaient des métaux pour produire quelques pièces d'équipement nécessaires à la fabrication de produits finis. C'est le cas, par exemple, de fabricants d'enseignes et d'ornements d'un fabricant de matériel de traitement des plastiques. Conformément à leur désir, ces sociétés ont été exclues de la liste.

Au début, nous avions l'intention d'inclure dans la liste des données sur la capacité, le nombre d'employés et les principaux produits. Cette information a été demandée dans le questionnaire, puisque c'était l'unique façon de l'obtenir. Toutefois, le taux de réponse à cette partie de questionnaire a été faible et les données complémentaires que nous demandions étaient trop incomplètes.

2.3 ANALYSE

Au total, 324 fonderies ont été retenues; leur classement est indiqué dans le tableau.

Il est intéressant de souligner que 161 fonderies, soit près de la moitié, sont situées en Ontario. Les fonderies de fer représentent le groupe le plus important (50%), suivies des fon-

deries de métaux non ferreux (50%). Comme les fonderies d'acier sont en général plus grosses que celles de fer et de métaux non ferreux, un classement par production ou par nombre d'employés donnerait toute autre chose. Les plus grandes fonderies canadiennes se trouvent en Ontario, de sorte que le pourcentage d'activités menées dans cette province est beaucoup plus élevé que 50%.

3. QUESTIONNAIRES

3.1 FACON DE PROCEDER

Nous avons rédigé, en anglais, un projet de questionnaire qui couvrait tous les points que nous voulions, ainsi que les données complémentaires demandées aux fonderies. Cette ébauche a été soumise à l'approbation de l'autorité scientifique aux LRMP, puis à l'attention de l'Association des fondeurs du Canada et de l'Association des fondeurs du Québec. Nous avons également demandé des commentaires à plusieurs fournisseurs importants. Des questions ont été ajoutées au questionnaire à la demande de l'Association des fondeurs du Canada, et la version définitive a été traduite en français.

Nous avons distribué le questionnaire, puis, au bout d'une certaine période, nous avons entamé une session d'appels téléphoniques. Sur les soixante-quinze sociétés ainsi contactées, seulement quatre nous ont fourni des réponses supplémentaires. Nous avons donc abandonné cette méthode, préférant plutôt nous rendre en personne chez le plus d'entreprises possible. Cette démarche s'est révélée plus fructueuse, trente visites ayant produit un taux de réponse de 50%.

Les questionnaires dûment remplis ont été reproduits sur microfilms, lesquels ont été joints à des fiches individuelles et soumis au ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources. Des brochures et d'autres documents qui accompagnaient le questionnaire envoyé aux fonderies ont également été inclus dans le dossier. Toute l'information issue de l'enquête a été confiée à l'EMR, afin qu'elle demeure confidentielle.

Comme dans tout questionnaire, un certain nombre de réponses étaient ambiguës, et certaines questions sont demeurées sans réponse. Dans tous les cas, les points obscurs ont été clarifiés soit par téléphone, soit en personne.

3.2 REPONSES

Au total, seulement 152 fonderies, ou 46,9% des entreprises dont les noms figuraient sur la liste, ont répondu à notre appel. Il vaut la peine d'analyser le pourcentage de réponses par région et par type de fonderie, puisque la source de l'information obtenue a influé sur les conclusions et les recommandations de cette étude.

Région de l'Atlantique	-	52,6%
Québec	-	40,7%
Ontario	-	46,0%
Prairies	-	63,3%
Colombie-Britannique	-	53,6%
Fonderies d'acier	-	68,8%
Fonderies de fer	-	53,5%
Fonderies de métaux non ferreux	-	32,5%
Mouleurs à la cire perdue	-	63,6%

Fonderies en exploitation au Canada

	Type de fonderie				
Région	Acier	Fer	Métaux non ferreux	Cire perdue	Total
Région de l'Atlantique	1	13	4	1	19
Québec	7	42	32	5	86
Ontario	13	72	71	5	161
Région des Prairies	4	17	9	-	30
Colombie-Britannique	7	11	10	-	28
Total	32	155	126	11	324

Tableau 1 - Profil technologique de l'industrie canadienne de la fonderie de l'acier

	Nombre d'employés		
Fonderies d'acier	moins de 100	100-350	plus de 350
Nombre de répondants	8	10	4
Ingénieurs et techniciens en pourcentage du nombre total d'employés (1)	2,6	2,3	2,3
Ingénieurs et techniciens à recruter dans les cinq prochaines années	8	36	18
Possibilités de formation en cours d'emploi	8	10	4
Bon contrôle des procédés (2)	5	9	4
Bon contrôle de la qualité (3)	5	10	4
Départments de contrôle de la qualité, de contrôle métallurgique ou d'inspection	4	10	4
Recherche et développement (4)	1	3	4

Notes: (1) Ingénieurs et techniciens qui exécutent des tâches techniques ou remplissent des fonctions de supervision hiérarchique.

(2) Matériel et méthodes utilisés pour conserver un faible taux de production de ferraille.

(3) Matériel et méthodes utilisés pour veiller à ce que la pièce soit conforme aux spécifications du client.

(4) Comprend la R et D des sociétés et la R & D sur des produits exclusifs.

Le faible taux de réponse n'est pas étonnant dans le cas des fonderies de métaux non ferreux. En effet, la plupart sont de petite taille et, souvent, le propriétaire-gestionnaire supervise la production, vend des pièces coulées et dirige le bureau tout à la fois. Cependant, il est malheureux qu'un certain nombre de fonderies importantes n'aient pas répondu au questionnaire, en dépit de nos sollicitations.

4. RESUME DE L'INFORMATION RECUEILLIE SUR LES QUESTIONNAIRES

Les Tableaux 1 à 4 présentent, en résumé, les données recueillies sur les questionnaires. Comme on pouvait s'y attendre, le contrôle des procédés et de la qualité est plus rigoureux dans les fonderies de métaux ferreux que dans celles des métaux non ferreux. Les

mouleurs à la cire perdue ont la technologie la plus avancée, en raison de la précision de ce procédé.

Le besoin d'ingénieurs et de techniciens se reflète également dans les critères de contrôle des procédés et de la qualité. Le tableau 5 met en évidence quelques-unes de ces données.

De toute évidence, la supériorité numérique des petites fonderies de métaux non ferreux influe sur ces résultats. Toutefois il apparaît clairement qu'un contrôle plus technique s'impose de toute urgence dans ce secteur et que cette nécessité n'a pas été suffisamment prise en compte dans les plans de dotation.

Tableau 2 - Profil technologique de l'industrie canadienne de la fonderie du fer

	Nombre d'employés		
Fonderies de fer	moins de 50	50-250	plus de 250
Nombre de répondants	36	37	11
Ingénieurs et techniciens en pourcentage du nombre total d'employés (1)*	5,0	2,5	1,8
Ingénieurs et techniciens à recruter dans les 5 prochaines années	26	63	51
Possibilités de formation en cours d'emploi	32	36	11
Bon contrôle des procédés (2)	11	26	11
Bon contrôle de la qualité (3)	12	30	11
Départements de contrôle de la qualité, de contrôle métallurgique ou d'inspection	21	21	11
Recherche et développement	6	12	6

*Voir notes en bas du tableau 1

5. VISITES

5.1 FAÇON DE PROCEDER

Des visites ont été faites aux grandes fonderies, ainsi qu'à des fonderies représentatives des petites et moyennes entreprises. Elles avaient pour but d'évaluer le niveau d'avancement de la technologie et de voir ce qui en était des possibilités des sociétés, de l'attitude des chefs d'entreprise vis-à-vis de l'amélioration de la technologie, de la protection environnementale, et des économies d'énergie.

L'échantillonnage a posé deux problèmes. D'abord, nous avons eu du mal à définir ce qu'étaient des fonderies petites, moyennes et grandes. Si l'on considérait la taille sans égard au genre de fonderie, presque toutes les fonderies d'acier entreraient dans la catégorie "grandes", et presque toutes les fonderies de mé-

Tableau 3 - Profil technologique de l'industrie canadienne de la fonderie des métaux non ferreux

Fonderies de métaux non ferreux	Nombre d'employés		
	moins de 25	20-50	plus de 50
Nombre de répondants	20	14	5
Ingénieurs et techniciens en pourcentage du nombre total d'employés (1)**	5,7*	4,9*	2,0
Ingénieurs et techniciens à recruter dans les 5 prochaines années	0	8	9
Possibilités de formation en cours d'emploi	8	10	5
Bon contrôle des procédés (2)	5	7	3
Bon contrôle de la qualité (3)	7	8	3
Départements de contrôle de la qualité, de contrôle métallurgique ou d'inspection	8	7	5
Recherche et développement (4)	0	6	3

* Tous diplômés d'établissements techniques

**Voir notes en bas du tableau 1

Tableau 4 - Profil technologique de l'industrie canadienne du moulage à la cire perdue

Mouleurs à la cire perdue	Nombre d'employés		
	moins de 25	20-50	plus de 50
Nombre de répondants	6		
Ingénieurs et techniciens en pourcentage du nombre total d'employés (1)*	5,4		
Ingénieurs et techniciens à recruter dans les 5 prochaines années	17		
Possibilités de formation en cours d'emploi	6		
Bon contrôle des procédés (2)	6		
Bon contrôle de la qualité (3)	4		
Départements de contrôle de la qualité, de contrôle métallurgique ou d'inspection	6		
Recherche et développement (4)	3		

*Voir notes en bas du tableau 1

Tableau 5 - Résumé des ressources techniques

Type de fonderie	Nbre de répondants	Fonderies ayant un bon: Contrôle des procédés (%)	Fonderies ayant un bon: Contrôle de la qualité (%)	Ingénieurs et techniciens à recruter dans les 5 prochaines années	Nbre de techniciens et de spécialistes par fonderie
Acier	22	18 (82)	19 (86)	62	2,8
Fer	84	48 (57)	53 (63)	140	1,67
Métaux non ferreux	39	15 (39)	18 (46)	17	0,44
Cire perdue	6	6 (100)	4 (67)	17	2,8

taux non ferreux seraient classées parmi les petites. Le deuxième problème est d'ordre géographique, puisque la majeure partie de l'industrie est concentrée dans le sud de l'Ontario. C'est également dans cette région que l'on s'attendrait à trouver la technologie la plus avancée. D'autre part, un échantillonnage basé sur des considérations purement numériques favoriserait les fonderies à technologie très avancée et aurait pour effet de sous-représenter certaines régions du Canada où une bonne partie des nouvelles techniques fait encore défaut.

Aussi, un classement par taille d'entreprise a-t-il été établi en fonction du nombre d'employés compris dans chaque type de fonderie. Au départ, il s'agissait de définir une taille moyenne qui engloberait au moins 35%, mais pas plus de 60%, des fonderies d'un type donné. En raison de leur petit nombre, les mouleurs à la cire perdue n'ont pas été répartis en fonction de la taille.

Notons que la taille des fonderies pourrait également se définir par le nombre de tonnes produites, ou encore par le volume des ventes en dollars. Si l'on emploie le nombre de tonnes, une fonderie de tubes ou de lingots caractérisée par une production élevée par heure-homme et par tonne serait plus grande qu'une fonderie produisant des pièces de formes compliquées en petit nombre et exigeant une main-d'oeuvre nombreuse et un fort contenu technique. Par ailleurs, si l'on emploie comme critère le volume des ventes, le classement dépendrait des genres de métal coulé et des types de produit vendu. Comme les visites avaient essentiellement pour but d'étudier le comportement des chefs d'entreprise, on a jugé que les fonderies seraient mieux représentées dans un échantillonnage basé sur le nombre d'employés. Si l'on s'était préoccupé des facteurs économiques plutôt que des facteurs technologiques, d'autres critères auraient peut-être alors été plus appropriés.

Classement des fonderies selon la taille

Type	Taille: Petite	Moyenne	Grande
Fonderies d'acier	moins de 100	100 à 350	plus de 350
Fonderies de fer	moins de 50	50 à 250	plus de 250
Fonderies de métaux non ferreux	moins de 25	25 à 50	plus de 50
Mouleurs à la cire perdue	- non répartis selon la taille -		

Nous avons résolu le problème géographique en choisissant un nombre non proportionnel de petites et moyennes fonderies dans les régions de l'Atlantique et de l'Ouest du Canada, où l'on n'en trouve pas de grandes. Ainsi, nous avons pu tenir compte des variations géographiques, même si c'était aux dépens des petites et moyennes fonderies du Québec et de l'Ontario.

Au début, toutes les grandes fonderies d'importance ont été contactées en personne, mais cette démarche s'est révélée inefficace, puisque certaines ont refusé de recevoir les personnes chargées de l'enquête.

En outre, afin de rendre les données applicables à l'ensemble de l'industrie de la fonderie, nous nous sommes abstenus d'inclure les entreprises réputées pour utiliser un procédé unique dans la fabrication d'un seul produit, lorsqu'il s'agissait d'un procédé ou d'un produit exclusif. Le tableau ci-dessous donne une idée des visites qui ont été faites.

Dans d'autres entreprises, il n'a pas été possible d'organiser des visites d'usines, mais nous avons quand même pu discuter avec la direction. Le compte rendu de ces discussions est présenté dans les sections qui suivent.

En règle générale, les visites débutaient par une tournée des installations, suivie d'un examen détaillé de l'équipement, des procédés et des produits. Le tout se terminait par une discussion générale avec la haute direction de l'entreprise.

Visites par genre de fonderie

Régions	Genre de fonderie			
			Métaux	
	Acier	Fer	non ferreux	Cire perdue
Région de l'Atlantique	-	3	1	-
Québec	4	2	2	1
Ontario	3	19	5	-
Prairies	1	4	4	-
Colombie-Britannique	2	2	1	-
Total	10	30	13	1

5.2 OBSERVATIONS GENERALES

En règle générale, c'est dans les grandes entreprises que nous avons trouvé les fonderies les plus avancées sur le plan technologique. Toutefois, l'attitude des gestionnaires vis-à-vis de la technologie, de l'environnement et des économies d'énergie n'était pas tant liée à la taille des usines qu'aux marchés desservis.

L'industrie canadienne de la fonderie peut être divisée en quatre groupes. Le premier est en quelque sorte une relique du passé. Les fonderies qui en font partie sont de nature locale et offrent des services à cette échelle. Elles fabriquent des pièces coulées pour leur municipalité et des pièces de rechange à l'intention de l'industrie de la région. Les spécifications, si spécifications il y a, ne sont pas prises très au sérieux ni par le client ni par la fonderie. Ces fonderies sont habituellement rudimentaires, la technologie s'y limitant aux techniques acquises par l'expérience et au type d'exploitation qui s'y effectue. Ces entreprises continueront d'exister jusqu'au jour où elles se verront obligées de se retirer des affaires parce qu'elles ne pourront plus satisfaire les exigences des clients ou supporter la concurrence de fonderies mieux organisées. Elles ont déjà beaucoup de mal à mettre en oeuvre des mesures de protection de l'environnement et à obtenir une main-d'oeuvre qualifiée qui est disposée à travailler dans des conditions insatisfaisantes et primitives.

Le deuxième groupe est constitué par des fonderies autonomes et hautement artisanales. Dans la plupart des cas, ces entreprises se sont donné une position de force sur le marché et disposent de la technologie, de l'organisation et des installations nécessaires pour la conserver. Ces entreprises sont fortement orientées vers la croissance, et ne sont pas facilement délogées par des règlements concernant l'environnement, la sécurité et la santé.

Le troisième groupe est formé de fonderies à vocation spéciale, qui fabriquent une seule ligne de produits au moyen de procédés conçus expressément pour ce produit. Les fonderies fabricant des tuyaux de chute ou des conduites forcées, des roues de chemin de fer, des lingotières et des pièces d'automobile en aluminium coulé en coquille appartiennent à ce groupe. Elles disposent d'une technologie hautement spécialisée et adoptent une attitude généralement progressive vis-à-vis des règlements concernant l'environnement, la sécurité et la santé.

Les fonderies du quatrième groupe sont les grandes entreprises intégrées qui se consacrent essentiellement à la production de pièces coulées entrant dans la fabrication des produits de la société mère. Souvent, elles se spécialisent dans la fabrication en grandes quantités de quelques articles utilisés dans leur produit et, lorsque les considérations économiques le justifient, elles achètent en petites quantités des pièces coulées produites par des entreprises autonomes. En général, ces fonderies intégrées possèdent les usines les plus grosses et les techniques les plus avancées, bien que cela dépende dans une certaine mesure du succès de la société mère.

Plusieurs compagnies exploitent plus d'une fonderie. Certaines d'entre elles ont centralisé leurs installations technologiques. Il n'a pas été question de la structure de ces sociétés sur les questionnaires, mais notre étude des comportements des chefs d'entreprise nous en donne une idée.

L'industrie du moulage à la cire perdue, peut-être à une exception près, tombe dans la catégorie des fonderies autonomes et hautement artisanales. Toutefois, ces entreprises ont généralement mis au point leur propre technologie et ont peu de choses en commun avec le reste de l'industrie de la fonderie. Nous ne savons trop si ce secteur de l'industrie aurait dû être inclus dans l'étude. Il vaudrait probablement la peine de considérer un à un les mouleurs à la cire perdue, puisque chacun dispose d'une technologie qui lui est exclusive. Les préoccupations de ces entreprises sont davantage axées vers des questions telles que les taux de change, les droits, l'aide à l'exportation, le partage des contrats de défense et les douanes, et d'autres restrictions qui interviennent dans la fabrication des pièces selon des échantillons, des matrices ou des dessins du client.

5.3 MESURES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

La plupart des fonderies se conforment aux règlements pertinents. Certaines fonderies de petite taille ont encore des mesures à prendre pour éliminer les émissions des cubilots ou la poussière et le bruit produits par les opérations de décochage ou les fours à arc. Le principal obstacle est le capital nécessaire pour apporter les améliorations qui s'imposent. L'une des solutions encourageantes adoptées par quelques-unes des fonderies les plus progressives consiste à utiliser, outre des mesures d'amélioration de l'environnement, du matériel ou des procédés qui ont eux aussi pour effet de diminuer les coûts et d'améliorer la qualité. En voici des exemples:

- de petites fonderies de fer ont abandonné le cubilot en faveur de four à induction, et emploient des appareils de préchauffage et d'excellents dispositifs de collecteurs de poussières et fumées;
- certaines installent des plates-formes de coulée automatiques ou fixes, de manière que les fumées puissent être aspirées plus facilement;
- certaines mettent en place des dispositifs d'évacuation des fumées et odeurs à collecteur rapproché, qui sont efficaces et réduisent les besoins en air d'appoint.

En général, le comportement des chefs d'entreprise varie d'une usine à l'autre: cer-

- sociétés essaient d'éviter les dépenses dans la mesure du possible, et d'autres vont jusqu'à faire plus que ce qu'exigent les règlements pour éviter de se voir imposer plus tard une réglementation plus rigoureuse.

L'un des grands problèmes que posent les fonderies plus anciennes, surtout en Ontario, c'est que des zones résidentielles se sont construites autour d'elles. Les résidents se plaignent des odeurs et du bruit, qui ne peuvent dépasser les seuils de tolérance fixés par le gouvernement. On constate différentes réactions des entreprises vis-à-vis de ces doléances:

- certaines sociétés règlent le problème en construisant de nouvelles fonderies dans des parcs industriels, et en retirant ainsi les avantages d'une nouvelle usine;
- certaines planifient leur horaire de manière à éliminer les opérations bruyantes et salissantes pendant la nuit;
- certaines installent des dispositifs permettant de diminuer le bruit et les odeurs;
- d'autres, enfin, feignent d'ignorer les plaintes et font valoir l'importance de l'intreprise pour l'économie de la collectivité.

Les directeurs des entreprises, surtout des plus grosses, veulent se comporter en bons citoyens et, en règle générale, font preuve de collaboration. Ainsi, une enteprise de l'Ontario a fait don à la ville d'une partie importante de ses propriétés, pour qu'elle soit aménagée en parc et terrain de jeu. Non seulement ce geste traduit-il un esprit de bonne volonté, mais les arbres et arbustes qui seront ainsi plantés aideront à absorber le bruit.

Les fonderies de métaux non ferreux semblent adopter l'attitude la plus cavalière vis-à-vis de la protection de l'environnement. Pourquoi s'en feraient-elles, puisque leurs opérations ont tendance à être plus propres que celles des fonderies de fer et d'acier et qu'elles attirent très peu l'attention du public? Or, ce comportement ne saurait être excusé, car les fonderies de métaux non ferreux peuvent produire divers déchets et fumées toxiques.

Un point qui a été soulevé à maintes reprises au cours des discussions avec les directeurs d'entreprises est que la réglementation de l'environnement, de la santé et de la sécurité a commencé par une confrontation. D'un côté, il y avait les organismes de réglementation, et de l'autre, en opposition directe, les industriels. En outre, l'industrie croyait que les inspecteurs gouvernementaux ne connaissaient à peu près rien des entreprises qu'ils essayaient de réglementer, ce qui n'a fait qu'empirer la situation. N.N. Sacks, de la firme Deere et Co., a très bien fait valoir ce point à l'occasion de la conférence qu'il a prononcée en 1978 devant le congrès international de l'American Foundrymen's Society.

5.4 SANTE ET SECURITE

Dans la plupart des entreprises visitées, les dirigeants se sont montrés soucieux d'offrir à deurs employés des conditions de travail optimales. En règle générale, ils veulent instaurer, dans leurs usines, un climat qui leur permette d'embaucher et de garder un effectif stable, de réduire l'absentéisme et d'améliorer le rendement. En outre, comme beaucoup de gros clients insistent pour visiter les fonderies avant de signer des contrats de fourniture, la propreté et l'efficacité des lieux de travail contribuent à attirer une nouvelle clientèle.

Comme dans le cas des mesures de protection environnementale, les entreprises les plus progressives prennent des mesures qui non seulement améliorent les conditions de travail, mais aussi procurent des avantages économiques. Par exemple:

- pour le moulage, on utilise des ponts roulants qui empêchent le sable de tomber sur le plancher et la poussière de silice de s'échapper dans l'atmosphère, tout en améliorant le rendement;
- on pose des lumières au sodium à haute pression, qui augmentent l'éclairage, réduisent les coûts d'énergie et, paraît-il, diminuent les pertes, l'absentéisme et la fatigue;
- on munit les broyeurs de dépoussiéreurs

internes qui éliminent un risque pour la santé et réduisent les besoins en chauffage d'appoint.

L'un des grands problèmes qui se posent pour beaucoup de fonderies est l'élimination des fumées et odeurs produites par les agglomérants chimiques qui entrent dans la composition des moules et des noyaux. Il existe des appareils pour résoudre ce problème, mais ils sont parfois inefficaces à cause de la façon dont les installations sont disposées. Des hottes mobiles à collecteur rapproché sont souvent montées sur des grues de coulée pour récupérer les fumées, surtout dans les fonderies de métaux non ferreux. Ces appareils fonctionnent généralement bien, mais des courants d'air latéraux et un mauvais tracé des jets de coulée peuvent en diminuer le rendement.

Les fonderies plus rudimentaires ne sont pas particulièrement préoccupées par les questions de santé et de sécurité. Aussi, n'est-il pas étonnant qu'elles se plaignent de ne pouvoir obtenir l'aide de gens compétents. Toutefois, en général, les directeurs d'entreprise ont la conviction qu'en créant un bon climat de travail, ils font simplement une bonne affaire. Bien qu'il puisse exister des désaccords au sujet de certaines dispositions des règlements officiels, les entreprises se montrent en général plus que coopératives.

5.5 ECONOMIES D'ENERGIE

Les dirigeants d'entreprise se sont rendus compte qu'à l'instar de la santé et de la sécurité, les économies d'énergie sont une simple question de bon sens. Les coûts de l'énergie ayant augmenté sensiblement au cours des dernières années, d'importantes économies sont possibles. Des mesures telles que la récupération de la chaleur, que l'on ne jugeait pas économiques il y a quelques années, peuvent maintenant apporter une contribution appréciable à la rentabilité d'une fonderie.

Les fonderies qui ne se sentent pas concernées par la réglementation environnementale sont également celles qui font fi de la santé et de la sécurité des travailleurs et qui font preuve d'indifférence à l'égard des économies d'énergie. Heureusement, ces entreprises forment une petite minorité.

Presque toutes les fonderies visitées ont adopté un programme d'économies d'énergie, sous une forme ou sous une autre. Dans la plupart d'entre elles, l'application du programme incombe à la haute direction; dans d'autres, on en confie la responsabilité à un ingénieur ou à un superviseur. Dans plusieurs fonderies, des gens se consacrent exclusivement à des projets d'économies d'énergie. De nombreuses usines ontariennes ont fait appel à l'Energiebus de l'Ontario pour calculer leur rendement énergétique et obtenir des conseils.

Les mesures d'économies d'énergie auxquelles on semble attacher plus d'importance sont:

- contrôle général des installations éclairage, chauffage, électricité et ventilation;
- réduction de la quantité d'électricité ou de combustible utilisée dans les opérations de fonte, de maintien ou de traitement thermique;
- recyclage ou récupération de la chaleur issue de l'eau de refroidissement, de l'air de refroidissement ou des échappements;
- amélioration de la distribution de la chaleur pour réduire les besoins en air d'appoint;
- installation de hottes à collecteur rapproché pour réduire les échappements et, par le fait même, les besoins en air d'appoint;
- meilleure répartition dans le temps des campagnes de chauffage ou de fonte;
- réduction des opérations de fusion excédentaires, c'est-à-dire réduction de la quantité de métal coulé en lingots grâce à une meilleure planification ou au moyen de plates-formes de coulée automatiques;
- abandon des procédés de noyautage au sable, en boîte chaude ou en carapace, en faveur de procédés en boîte froide utilisant des agglomérants chimiques;
- amélioration du plan général de l'usine, de manière à réduire les besoins en chauffage et ventilation, et à diminuer la distance

sur laquelle le métal en fusion doit être transporté;

- amélioration du chauffage des poches de coulée, en utilisant des hottes et en modifiant la forme des poches;
- remplacement des briques réfractaires par des fibres isolantes, dans la mesure du possible;
- remplacement des brûleurs complémentaires par des sacs filtrants ou d'autres dispositifs collecteurs;
- utilisation de lampes à halogénures sous haute pression.

L'une des principales sources de pertes d'énergie dans une fonderie est la refonte des déchets, des masselottes et des gueuses. Une amélioration de rendement de 5% seulement pourrait avoir des effets appréciables sur la consommation d'énergie. Elle apporterait également des économies dans la manutention, le moulage, la fabrication des noyaux et le nettoyage. Fait étonnant, seulement 2 des 54 directeurs de fonderie visités ont cité la réduction des déchets comme l'une des mesures d'économies d'énergie.

Le contrôle des installations suppose des mesures de surveillance pour voir à ce que les lumières soient fermées lorsque l'on n'en a pas besoin, que l'air d'appoint ne soit pas chauffé outre mesure, que les appareils de chauffage installés au-dessus des portes d'expédition soient munis de dispositifs de commande automatique, que l'on ferme le contact des machines non utilisées et que le chauffage soit fermé lorsque l'on n'en a pas besoin. Une des fonderies a réalisé des économies majeures en mettant hors service les dispositifs de contrôle des émissions du cubilot, lorsque celui-ci n'était pas utilisé. Une autre a fait des épargnes en réduisant le temps de préchauffage dans l'équipement de coulée automatique, après avoir procédé à certaines études pour s'assurer que le taux de production de déchets n'augmenterait pas.

Dans certains cas, on réduit la consommation d'électricité et de combustible en employant un vent chaud ou un vent mixte dans les cubilots. Dans d'autres, on équipe les fours électriques de dispositifs de contrôle de la demande et on modifie le calendrier de production. Les fours à recuire fonctionnent de manière plus économique quand on les charge à capacité, on utilise des produits réfractaires isolants, on optimise le réglage du brûleur et on emploie la chaleur de l'air d'échappement pour réchauffer le comburant.

Un certain nombre de méthodes, que font intervenir des échangeurs de chaleur, s'emploient pour récupérer la chaleur contenue dans l'eau ou l'air de refroidissement des compresseurs ou des fours. La chaleur obtenue est ensuite utilisée pour l'alimentation des douches ou le chauffage des locaux. L'air d'échappement pose plus d'un problème, puisqu'il doit généralement être épuré ou passer par un échangeur de chaleur air-air ou air-eau. Certaines fonderies ont trouvé des solutions ingénieuses, dans lesquelles l'air d'appoint entre dans la fonderie à une zone de concentration de chaleur ou passe par cette zone. Dans d'autres cas, l'air d'appoint circule le long du plafond, forçant l'air chaud à descendre dans la zone de travail. Une des fonderies visitées dirige l'air utilisé pour refroidir les bobines des fours électriques à l'intérieur de la fonderie l'hiver, et à l'extérieur l'été. Il suffit de retirer les bons panneaux de l'enceinte de l'appareil de refroidissement.

Certaines fonderies emploient de grands ventilateurs de plafond, pour obtenir une meilleure distribution de la chaleur et ainsi réduire les besoins en chauffage.

S'il est possible de réduire les échappements en installant des hottes à collecteur rapproché ou en améliorant le plan d'ensemble de l'usine, on peut également diminuer la quantité d'énergie consommée pour faire fonctionner les ventilateurs, comme on le ferait pour l'électricité et le combustible utilisés pour chauffer l'air d'appoint. Ces mesures constituent un élément majeur des programmes d'économies de certaines fonderies.

Les autres mesures mentionnées plus haut se passent de commentaires. Presque toutes les fonderies pratiquent une certaine forme d'économies d'énergie, le nombre de méthodes employées dépassant probablement le nombre de fonderies

concernées. On a peut-être là le meilleur exemple de l'ingéniosité légendaire des fondeurs. Cependant, il y a encore beaucoup à faire, et nombre de gestionnaires ou d'ingénieurs ne connaissent pas encore tous les dispositifs et techniques qu'ils peuvent se procurer. Cette question pourvrait faire l'objet d'un atelier ou d'un séminaire qui rendrait possibles des échanges d'idées et d'informations.

5.6 TECHNOLOGIE

L'industrie de la fonderie a toujours dû faire des compromis entre les coûts de la technologie, et ceux des matériaux et de l'énergie. Par le passé, les chefs d'entreprise consacraient plus d'argent à l'achat de matériaux et d'énergie qu'à l'amélioration de leur technologie. Par exemple, on avait tendance à préférer de la ferraille de haute qualité et de la fonte en gueuses à un laboratoire chimique ou à un spectrographe. Or, les hausses marquées des coûts des matériaux de qualité et de l'énergie au cours des dernières années ont modifié l'ordre de priorité des entreprises, de sorte que la plupart sont maintenant beaucoup plus disposées à investir dans la technologie. Les clients insistent de plus en plus pour avoir de la qualité, et des pressions de plus en plus fortes s'exercent en faveur de la mécanisation et de l'automatisation, ce qui a pour effet de stimuler la croissance de la technologie dans l'industrie.

Fondamentalement, le degré de technologie d'une fonderie est dicté par le marché à desservir. Cette observation trouve confirmation dans les données recueillies sur les questionnaires et au cours des visites. Depuis toujours, il est clair qu'une fonderie approvisionnant un marché qui insiste davantage sur la qualité ou un marché plus raffiné devrait disposer d'une capacité technique qui va en conséquence. Une entreprise qui dessert un marché caractérisé par un faible coût et un volume élevé est obligée de se doter d'un matériel hautement automatisé pour le moulage et la fabrication des noyaux, ce qui réclame une technologie avancée. Le simple fait de serrer une poignée de sable ne saurait être une façon convenable de contrôler la qualité du sable employé dans un système de moulage automatique. L'emploi d'agglomérants chimiques complexes et la nécessité pour les spécialistes de disposer d'un équipement compliqué ont également contribué à accroître le niveau général de la technologie dans l'industrie.

A de très rares exceptions près, les gestionnaires interrogés se sont dit soucieux d'améliorer la capacité technologique de leur entreprise. Bon nombre d'entre eux ont indiqué dans les questionnaires qu'ils n'avaient aucune difficulté à embaucher des ingénieurs ou des techniciens, mais, dans les entrevues, presque tous s'inquiétaient de ce que bon nombre des spécialistes engagés étaient des diplômés d'établissements étrangers. Cette situation a très souvent engendré des problèmes, puisque l'employé devait s'adapter à une autre culture et, fréquemment, à une langue nouvelle. Les diplômés d'établissements canadiens connaissaient rarement la technologie des fonderies et devaient habituellement se soumettre à un stage de formation avant d'être en mesure de justifier leur salaire. Ce n'était pas seulement le cas du personnel technique, mais aussi de superviseurs hiérarchiques.

Une indication des préoccupations soulevées par la technologie chez les chefs d'entreprise nous est donnée par la très grande proportion de compagnies qui offrent aux employés une formation en cours d'emploi. Aussi, dans presque toutes les fonderies visitées, les directeurs et superviseurs jouaient un rôle actif au sein de l'American Foundrymen's Society, soit au nom de leur société, soit en tant que membre individuel. Le stage de courte durée offert par le Cast Metals Institute (CMI), qui, au sein de l'American Foundrymen's Society, s'occupe des questions d'éducation, était de loin la forme d'apprentissage la plus populaire. Un cours de 2 ou 3 jours peut coûter à la fonderie plusieurs centaines de dollars.

Dans la section 5.2 "Observations générales", nous avons décrit un groupe de fonderies de nature locale, que nous pourrions qualifier de rudimentaires. Dans ces entreprises, la direction ne montre pas beaucoup d'intérêt pour la technologie et ne manifeste pas non plus l'inten-

tion d'apporter des changements. Heureusement, ce sont des cas d'espèce.

6. SUCCES ET ECHECS DE L'INDUSTRIE DE LA FONDERIE

6.1 COMMENTAIRES GENERAUX

La question de savoir comment se définit le succès ou l'échec dans l'industrie de la fonderie s'est avérée beaucoup plus difficile qu'on ne le prévoyait. La meilleure façon de juger de la réussite d'une compagnie, c'est en se basant sur sa rentabilité. Il est permis de douter que les états financiers de plus de 300 fonderies nous procureraient des renseignements significatifs sur lesquels nous pourrions baser nos comparaisons. Peu d'entreprises sont de nature publique, et celles qui le sont consolident les données financières relatives aux opérations de fonderie et celles qui concernent d'autres activités.

Pour distinguer les fonderies prospères des autres, nous avons employé des critères uniquement qualitatifs: antécédents de croissance soutenue, continuité de la modernisation et réputation de fournisseur fiable.

En outre, des suggestions ont été demandées à des fournisseurs, à des fonctionnaires et à des associations commerciales.

Le succès ou l'échec d'une fonderie intégrée dépend essentiellement de l'état de santé de la société mère, bien que l'on trouve, parmi les fonderies intégrées, des exemples d'échec qui n'ont rien à voir avec le rendement de la compagnie mère.

Compte tenu des grands objectifs de cette étude, il semble opportun de se concentrer sur les succès et les échecs des fonderies autonomes. Cependant, certains échecs survenus parmi les entreprises intégrées ont une importance générale, et c'est pourquoi nous en parlerons.

Il ne serait pas convenable de donner la liste des fonderies qui ont échoué; cependant, nous ne voyons aucun inconvénient à nommer les fonderies qui ont connu un sort plus heureux et qui ont été choisies pour l'étude. Loin d'être exhaustive, cette liste n'en est pas moins représentative des fonderies visitées.

Canadian Steel Foundries, Division de Hawker Siddeley Canada Ltd. - Montréal, Québec

Benn Iron Foundry Ltd. - Wallaceburg, Ontario

Standard Induction Castings Ltd. - Windsor, Ontario

Western Foundry Co. Ltd. - Wingham, Ontario

Burnstein Castings Ltd. - St-Catharines, Ontario

Cambridge Brass, Division de Waltec Industries Ltd. - Cambridge, Ontario

A.H. Tallman Bronze Co. Ltd. - Burlington, Ontario

Ancast Industries Ltd. - Winnipeg, Manitoba

ABM Light Metals Ltd. - Calgary, Alberta

A-1 Steel and Iron Foundry Ltd. - Vancouver, C.-B.

Cette liste comprend des fonderies d'acier, de fer et de métaux non ferreux de Montréal à Vancouver. Nous n'avons pas choisi de mouleurs à la cire perdue, car nous n'avions pas suffisamment d'information à leur sujet.

6.2 LA CLEF DU SUCCES

Le trait le plus frappant des entreprises qui ont réussi, c'est qu'elles se sont donné une position de force sur le marché. Le temps n'est plus où des artisans faisaient n'importe quoi pour n'importe qui, et où une pièce coulée de forme compliquée était considérée par le fondeur comme un défi personnel. Que ce soit à dessein ou à la suite d'une évolution apparemment naturelle, les fonderies rentables se sont variablement affirmées comme fournisseurs d'une industrie particulière ou d'un type particulier de pièces coulées. En voici d'ailleurs des exemples:

Canadian Steel Foundries - pièces coulées d'acier pour chemins de fer;

Benn Iron Foundry Ltd. - pièces en fonte grise à profil léger et à noyaux compliqués;

Brunstein Casting Ltd. - pièces de cuivre de haute qualité pour des applications en transport de l'électricité;

A.H. Tallman Bronze Co. Ltd. - pièces en cuivre pur, compliquées et de haut fiabilité pour l'industrie de l'acier.

Le succès ne dépend pas uniquement de la place que l'entreprise occupe sur le marché; il faut aussi que la fonderie ait la technologie, les installations de production et les services de vente qui s'imposent.

Si la position concurrentielle de l'entreprise, comme dans le cas de la Western Foundry Co. Ltd., est basée sur un volume de production élevé et un bon service, les installations de production doivent être prévues en conséquence. Si, en revanche, c'est la qualité ou la fiabilité qui prime, l'entreprise peut consacrer une plus grande part de ses dépenses d'investissement au matériel de contrôle de la qualité qu'à la mécanisation. C'est le cas de la Burnstein Casting.

Une deuxième caractéristique que l'on rencontre fréquemment chez les entreprises rentables est la façon coordonnée dont s'opère la croissance. On constate en effet que, dans ces entreprises, l'amélioration des ressources technologiques et l'évolution de toutes les autres phases de l'exploitation vont de pair avec l'établissement d'une position sur le marché et la croissance du volume des ventes. Il n'est pas rare de voir des lignes de moulage manuelles côtoyer des lignes automatisées dans la même fonderie, simplement parce que l'entreprise croît progressivement pour étendre ou, du moins préserver un marché en croissance.

Le troisième point commun des fonderies qui ont trouvé la clef du succès est l'attitude de la direction vis-à-vis de la formation du personnel. Plusieurs des entreprises qui ont le mieux réussi ont même donné la priorité à cette question.

Un fait intéressant a été observé au sujet des fonderies intégrées. De petites entreprises de cette nature se sont établies avec l'idée d'utiliser leur capacité excédentaire pour desservir un marché extérieur; or il semble que ces fonderies ne réussissent que lorsque leurs marchés extérieurs représentent une partie importante (40% ou plus) de leur volume de production et, ce qui est encore plus important, lorsqu'elles ont utilisé leurs produits exclusifs pour se donner une position de force sur le marché. Un exemple nous est fourni par la firme Benn Iron Foundry Ltd., dont les produits exclusifs sont des pièces très compliquées à profil léger qui entrent dans la composition des freins à air et qui a été amenée à faire le même travail pour un marché ouvert. La firme A-1 Steel and Iron Foundry Ltd., à l'instar de plusieurs autres fonderies de l'Ouest canadien, a une ligne de produits réservés, en l'occurrence des crochets et des chaînes de diagraphie et de navigation maritime. Nons seulement cette société peut-elle atténuer les fluctations de la demande en se constituant un stock de produits exclusifs, mais elle a aussi les ressources nécessaires pour se donner et conserver une position de force sur le marché.

Un fait intéressant, qui n'a toutefois rien d'étonnant tout bien considéré, c'est que les fonderies qui ont eu des problèmes techniques à signaler sur leur questionnaire étaient presque toujours des entreprises prospères. Nous devons également mentionner que les dirigeants ou les employés des fonderies florissantes prennent une part active au sein d'associations commerciales et techniques. En fait, on pourrait dire que ces entreprises, dont certaines n'ont pas été choisies pour cette étude, dominent presque les associations commerciales et techniques.

La plupart des fonderies à vocation spéciale du Canada peuvent être considérées comme florissantes. En général, leur rendement dépend dans une large mesure d'un marché spécialisé et très étroit, de sorte qu'elles se sont vraiment donné une position concurrentielle de force et ont acquis les ressources nécessaires pour l'exploiter.

Une des caractéristiques observées chez quelques-unes des fonderies florissantes est l'existence d'un plan d'ensemble des installations compact et caractérisé par une très forte utilisation de l'espace. En outre, ces usines fonctionnent selon un système d'au moins deux, et souvent trois équipes. Outre les avantages financiers évidents qu'elle procure, cette approche permet d'améliorer le contrôle des procédés, le contrôle de la qualité et la supervision à l'intérieur d'un espace compact et très utilisé. La Standard Induction Castings Ltd. est très représentative de ce type de fonderie.

En résumé, les fonderies autonomes du Canada qui ont réussi en affaires se sont donné une position de force sur le marché; elles se sont dotées des dirigeants, des employés, de la technologie, des installations de production et des autres fonctions commerciales nécessaires pour conserver cette place et en tirer partie, tout en veillant à bien équilibrer leurs ressources.

6.3 LES RAISONS DES ECHECS

On pourrait dire sans crainte de se tromper que la voie de l'échec est celle qui va en sens inverse de la voie du succès, et que les entreprises qui s'y sont engagées n'ont pas suivi les bons panneaux de signalisation. Ce raisonnement est toutefois un peu trop simpliste, et nous nous devons d'examiner le problème plus en détail.

Depuis les 15 dernières années, il y a eu diminution marquée du nombre de fonderies en Amérique du Nord. La raison invoquée le plus souvent est la nécessité de mettre en place des mécanismes de protection de l'environnement et d'assurer des conditions de travail sûres et hygiéniques. Les marchés n'ont pas régressé et, sauf au cours des quelques années de récession que nous venons de traverser, elles ont même connu une croissance soutenue. Lorsque l'on examine cette question de plus près, on constate que la grande majorité des entreprises qui ont échoué étaient des fonderies locales et rudimentaires qui n'avaient tout simplement pas les ressources nécessaires pour mettre en place les mécanismes de protection de l'environnement et de meilleures conditions de travail. Elles manquaient de ressources financières, parce qu'elles dépendaient d'une production à faible volume et à bas prix qui ne réclamait aucun contrôle de la qualité ou n'exigeait qu'un niveau moyen de technologie. Ce secteur du marché a décliné, et il continuera de perdre de l'importance. Les entreprises qui subsistent encore se heurteront à une concurrence de plus en plus vive de la part des fonderies mécanisées et automatisées dont le volume des affaires est élevé. Comme les marchés canadiens de pièces coulées telles que des cadres et tampons de trous d'homme sont relativement petits et largement dispersés, une fonderie ne peut se permettre d'engager des dépenses d'équipement considérables, à moins d'une intégration importante des entreprises intérieures ou d'une grande expansion des marchés d'exportation.

Mais il y a plus grave que le manque de capitaux: les insuffisances technologiques. Les dirigeants et superviseurs de ces fonderies ont simplement été incapables de relever le défi que représentaient des marchés plus lucratifs ou un volume de production accru. Toutes ces entreprises ne sont pas disparues, mais seulement une poignée d'entre elles peut espérer survivre.

Une autre raison importante des échecs est l'inaptitude des entreprises à se tailler une place sur le marché. A moins de se spécialiser ou, du moins, de concentrer ses efforts sur un type de pièce ou sur un marché particulier, une entreprise ne peut soutenir la concurrence qui s'exerce sur les marchés spécialisés d'aujourd'hui.

Il arrive souvent que des entreprises sombrent dans l'échec pour avoir hésité à acheter un nouvel équipement, préférant s'accomoder d'un matériel suranné dont une autre entreprise ne voulait plus. Des échecs surviennent également dans les entreprises qui ne font pas appel à des ingénieurs indépendants qualifiés ou à d'autres spécialistes lorsqu'elles rénovent ou élargissent leurs installations. Elles se retrouvent aux prises avec des installations inefficaces et congestionnées, et d'énormes dépenses en capital.

Il est arrivé souvent qu'un échec ait été causé par un manque d'ordre et de planification dans l'expansion ou l'automatisation d'une entreprise. Une fonderie qui accroît sa capacité de production sans égard au marché et sans la technologie ou les gens qualifiés qui s'imposent peut avoir du mal à payer les coûts d'investissement. Certaines fonderies ont également investi dans du matériel qui s'est par la suite avéré impropre au marché à desservir. Elles ont alors vainement tenté de créer un marché, sans disposer des ressources technologiques et humaines nécessaires pour le desservir.

Un échec survient fréquemment lorsqu'une fonderie intégrée est conçue pour fabriquer une

ligne de produits destinés exclusivement à la société mère, mais qu'elle doit en même temps effectuer des travaux pour un marché extérieur. Comme nous l'avons déjà souligné, pareille entreprise ne peut être rentable que si la proportion de travail exécuté pour un marché ouvert est considérable et si l'entreprise se sert du produit exclusif pour se tailler une place sur le marché. Ainsi, les acheteurs pourront supposer que la fonderie s'intéresse à leurs affaires d'une manière permanente, et non pas comme un simple à-côté; en outre, la fonderie aura le matériel, la technologie et les gens nécessaires pour servir le marché extérieur. Il faut aussi noter que les dirigeants d'une fonderie semi-intégrée peuvent se retrouver dans une situation presque intenable. En effet, ils doivent servir deux maîtres, d'une part la société mère, et d'autre part le client extérieur. Cette situation est particulièrement difficile lorsqu'entre en jeu la question de la priorité des livraisons et des services.

Les échecs attribuables à des facteurs purement technologiques sont rares, car c'est toujours une erreur de gestion qui en est à la base. La technologie existe; il appartient donc aux chefs d'entreprise de cerner leurs besoins et de se procurer la technologie qui s'impose.

6.4 COMMENTAIRES DES ACHETEURS

Après avoir consulté les directeurs des ventes de plusieurs fonderies, nous avons dressé une liste de quinze grands acheteurs de pièces coulées. Nous avons écrit à chacun d'eux pour leur demander des informations au sujet de leurs importations (il en sera question dans la prochaine partie) et avoir leurs commentaires au sujet de leurs fournisseurs canadiens. Nous leur avons demandé s'ils étaient satisfaits de la qualité des produits et des services techniques offerts par leurs fournisseurs du Canada, et nous les avons invités à nous faire part de tout autre commentaire de nature générale.

Douze acheteurs ont répondu à notre appel. Tous se sont dit satisfaits de la qualité des produits. Le seul commentaire négatif que nous ayons reçu au sujet des services techniques provenait d'une société d'exploitation de sables bitumineux, qui déplorait le fait que ses fournisseurs canadiens n'étaient pas capables de choisir des alliages résistant à l'abrasion et à la corrosion aussi bien que le faisaient des fournisseurs américains.

Des plaintes ont également été formulées à propos de la vente et de la commercialisation. Certains acheteurs se sont plaints de ne pas avoir suffisamment d'information au sujet des fournisseurs possibles. Plusieurs ont dit qu'il fallait faire preuve de beaucoup de prudence dans le choix des fonderies canadiennes, pour être sûr d'obtenir une bonne qualité de produits et un bon service de livraison.

Mais la plainte formulée le plus souvent est que les fonderies canadiennes n'avaient pas une capacité de production suffisante pour fabriquer des produits en grandes quantités et dans des délais raisonnables.

Si l'on confronte ces commentaires avec ce qui a déjà été dit des succès et des échecs des entreprises, ont ne peut que se convaincre de la nécessité, pour une entreprise, de se donner une position de force sur le marché et d'obtenir les ressources physiques, technologiques et humaines nécessaires pour la conserver.

7. IMPORTATIONS ET EXPORTATIONS DE PIECES COULEES

7.1 STATISTIQUES

Les publications de Statistique Canada ne nous fournissent pas suffisamment de données pour rendre possible une analyse quantitative approfondie des importations et des exportations de pièces coulées. A cela, il y a deux raisons. D'abord, les pièces coulées qui entrent au Canada ou qui en partent ne sont prises en compte que s'il s'agit de pièces brutes. Les produits finis ou les pièces de remplacement sont considérés sur les listes au même titre que toute autre pièce d'équipement (par exemple, un raccord). On pourrait bien sûr prendre les listes d'articles ou de pièces d'équipement et en extraire les pièces coulées, sauf que, dans certains cas, aucune dis-

tinction n'est faite entre pièces coulées et forgées. Ensuite, les exportations de pièces coulées non ferreuses ne sont pas énumérées séparément. Les pièces an alliage de cuivre sont combinées aux pièces forgées, et les pièces en alliage d'aluminum avec les pièces fabriquées.

Nous avons cependant utilisé les données de Statistique Canada pour évaluer la balance commerciale des pièces coulées ferreuses au cours des années 1973 à 1977. En voici les résultats.

Balance commerciale - Pièces coulées ferreuses

Année	Tonnes métriques	Tonnes courtes	Dollars (milliers de)
1973	+ 42 590	+ 46 958	+ 34 514
1974	+ 18 874	+ 20 810	+ 32 220
1975	+ 35 511	+ 39 152	+ 20 931
1976	+ 59 426	+ 65 519	+ 50 593
1977	+ 63 733	+ 70 268	+ 52 782

Il est intéressant ici de noter l'excédent de la balance commerciale des pièces coulées ferreuses au Canada. Ce surplus est d'autant plus intéressant qu'il semble s'accroître en tonnage et en dollars. Du côté des importations, les principales pièces sont des lingotières et des bases de lingotières dont les quantités varient de 54 420 à 81 630 tonnes métriques (60 000 à 90 000 tonnes courtes) par année et dont la valeur varie de $149,35 la tonne métrique ($135,53 la tonne courte) en 1973 à $335,34 la tonne métrique ($304,30 la tonne courte) en 1977. L'importance de ces importations tient au fait qu'il n'existe au Canada qu'un seul fabricant autonome de lingotières et de bases de lingotières (Canron, Inc.) et que les aciéries voudront toujours s'assurer au moins une source d'approvisionnement de rechange. Précisons que la balance commerciale excédentaire ne tient pas compte des importations de pièces coulées finies et ne s'applique qu'à des pièces ferreuses brutes.

Entre 1973 et 1977, la valeur moyenne des importations canadiennes s'établissait à $556 la tonne métrique ($505 la tonne courte). La valeur moyenne des exportations canadiennes au cours de la même période s'est chiffrée à $952,14 la tonne métrique ($865,57 la tonne courte). Malheureusement, les exportations de lingotières et de bases de lingotières ne sont pas classées comme telles, de sorte qu'il n'est pas possible d'établir une comparaison sans cet article à prix relativement faible.

Notons que les Etats-Unis sont de loin le plus important partenaire commercial du Canada.

7.2 VISITES DE FONDERIES

Nous avons visité 54 fonderies et nous nous sommes rendus chez six autres compagnies où nous avons simplement discuté avec les chefs d'entreprise. Trente-quatre d'entre elles ont signalé qu'une partie importante de leurs ventes, qui atteignait dans certains cas une proportion de plus de 90%, était destinée à des marchés d'exportation. Leurs acheteurs étaient les industries des produits forestiers, des chemins de fer, des machines agricoles, de l'automobile, du camionnage, de l'acier de première fusion et, dans le cas des Etats-Unis, de la défense.

La dévaluation du dollar canadien aurait pu expliquer l'importance des exportations mais, si l'on en juge par les plus récentes statistiques publiées au moment où ces lignes ont été écrites, il ne semble pas qu'elle ait eu un effet déterminant. En effet, les fonderies ont dû acheter des Etats-Unis la majeure partie de leurs approvisionnements et de leur matériel, et même les prix des métaux canadiens ont été dictés par les forces du marché international, de sorte que les fonderies ont vu leurs coûts augmenter brusquement sous l'efffet de la dévaluation.

7.3 INFORMATION FOURNIE PAR DES ACHETEURS DE PIECES COULEES

Dans les lettres envoyées au 15 principaux acheteurs de pièces coulées, dont il est question dans la partie précédente, nous avons également demandé des renseignements au sujet des importations. Sur les douze compagnies répondantes, cinq ont acheté la totalité de leurs pièces coulées au Canada. Si l'on examine les réponses des sept autres répondants, on constate que les principales raisons qui expliquent le re-

cours aux importations sont les suivantes:

(1) La quantité demandée est trop grande pour une fonderie canadienne, ce qui signifie en d'autres termes que les délais de livraison seraient trop longs. Le plus souvent, c'est le cas des pièces coulées d'automobiles.

(2) La dimension de la pièce coulée est trop grande, c'est-à-dire plus grande que la dimension maximale des moules. C'est souvent le cas des fabricants de turbines hydroélectriques ou autres.

(3) Une fonderie canadienne peut disposer des installations nécessaires pour produire la pièce dans la quantité et la dimension demandées, sans nécessairement pouvoir soutenir la concurrence des fournisseurs des Etats-Unis. Cela est souvent attribuable aux coûts de transport. Un des acheteurs interrogés a souligné que certaines pièces coulées d'acier lui coûtent entre 15 et 20% plus cher lorsqu'il s'adresse à des fournisseurs canadiens, même en tenant compte des taux de change.

(4) De nombreux acheteurs importent des assemblages finis composés en grande partie de pièces coulées.

(5) De nombreuses pièces coulées sont importées comme pièces de remplacement ou de rechange pour de l'équipement initialement acheté dans un autre pays.

(6) Les modèles appartiennent à la société mère américaine d'une filiale canadienne, qui les place dans des fonderies des Etats-Unis; or le volume de production de l'industrie canadienne n'est pas suffisamment important pour justifier l'emploi d'un jeu de modèles distinct.

(7) Il faut fabriquer un alliage spécial ou une pièce conforme à un plan spécial, mais le volume de production canadien est trop faible pour justifier l'implantation d'un fournisseur.

Les seules pièces qui n'ont été importées que pour des raisons technologiques sont:

(1) fonte Ni-Hard de type 4;

(2) aciers alliés basse température à faible teneur en carbone, qui nécessitent un dégazage à l'argon-oxygène.

Il ressort des réponses obtenues que les clients des plus récents marchés de l'Ouest canadien font des efforts pour acheter des produits du pays. Nous l'avons également constaté au cours des visites, puisque les fonderies avaient placé de grosses commandes de pièces coulées destinées à des installations de sables pétrolifères, des mines de charbon et des pipe-lines.

8. CONCLUSIONS - BESOINS DE L'INDUSTRIE CANADIENNE DE LA FONDERIE

8.1 COMMENTAIRES GENERAUX

L'industrie canadienne de la fonderie est variée; certains établissements sont rudimentaires et n'ont pas changé depuis 50 ans ou plus, et d'autres comptent parmi les plus avancés en Amérique du Nord. Par ailleurs, on constate une variation dans la qualité des produits; un acheteur de la région de l'Atlantique aurait du mal à trouver une fonderie locale capable de produire des pièces conformes à des spécifications techniques, tandis que certains acheteurs des Etats-Unis s'adressent à des sources canadiennes pour obtenir des pièces en acier inoxydable de haute qualité et des mouleurs à la cire perdue du Canada exportent 90% de leur production vers les Etats-Unis et l'Europe occidentale. Pour ces raisons et d'autres analogues, nous ne pouvons tirer de conclusions générales de cette étude, puisqu'elles n'auraient que peu de valeur. Toutefois, comme l'enquête avait essentiellement pour but de jeter les bases d'un programme d'aide technologique, il semblerait plus approprié, en guise de conclusion, de circonscrire les besoins des entreprises.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, les fonderies locales sont en quelque sorte une relique du passé. Leurs principaux problèmes se situent au niveau de la gestion et des questions financières, et il faudra les résoudre avant de se pencher sur les besoins technologiques. C'est pourquoi il n'en sera pas directement question dans les paragraphes qui suivent.

8.2 INSTRUCTION ET FORMATION

Comme on pouvait s'y attendre, le niveau

d'instruction et de formation varie en fonction de la taille de l'entreprise, du genre de fonderie et de la nature du marché qu'elle dessert. Le pourcentage d'employés techniques qualifiés dans l'ensemble du personnel a tendance à diminuer avec la taille de l'entreprise, mais quel qu'en soit la taille, un niveau minimal de technologie est requis. Des programmes de formation, internes ou externes, sont offerts par 87% des fonderies qui ont bien voulu répondre à nos questions. Chez les fonderies d'acier et les usines de moulage à la cire perdue, 100% des entreprises offrent des cours de formation, chez les fonderies de fer 93%, et chez les fonderies de métaux non ferreux 44%. Les fonderies qui ont répondu au questionnaire, au nombre de 152 (46,9% du total), envisagent d'embaucher un total de 236 ingénieurs et techniciens au cours des cinq prochaines années. En extrapolant ce chiffre selon les réponses données par type de fonderie, le nombre total de spécialistes à engager serait de 445.

Les faits exposés ci-dessus indiquent sans l'ombre d'un doute que non seulement l'instruction et la formation ont une grande importance au sein des entreprises, mais aussi que le besoin de personnel qualifié devrait s'accoître très rapidement. Dans les questionnaires et au cours des visites, les chefs d'entreprise ont indiqué qu'ils avaient surtout besoin d'ingénieurs et de techniciens qui connaissent la science et la technologie des fonderies. Les diplômés étrangers possédant une telle formation étaient parfois difficiles à trouver et faisaient face à des problèmes d'immigration, à des difficultés d'adaption à la vie canadienne et, souvent, à des problèmes de langue. Quant aux diplômés canadiens qui n'avaient jamais travaillé dans l'industrie, il fallait leur donner une formation spécialisée en technologie des sables, en moulage, en noyautage, en fonte, etc., car les établissements canadiens n'offrent pas de programmes d'études en fonderie.

Le grand problème auquel se heurtent les fonderies canadiennes désireuses d'embaucher les personnes qualifiées est le manque de cours en fonderie offerts dans les départements métallurgiques des universités canadiennes et d'autres établissements technologiques. A moins d'une refonte du programme des cours d'ici peu, les fonderies ne pourront obtenir les 445 spécialistes et techniciens dont elles auront besoin au cours des 5 prochaines années.

8.3 CONTROLE DES PROCEDES

Tant dans les questionnaires qu'au cours des visites, le contrôle des procédés a été défini essentiellement comme l'ensemble des mesures prises au cours du traitement pour évaluer et contrôler des paramètres critiques, de manière à atteindre une production maximale tout en maintenant le taux de production de déchets à un minimum. Comme on pouvait s'y attendre, le contrôle des procédés est d'autant plus rigoureux que s'accroît la taille de l'entreprise. Il est le plus faible dans les fonderies de métaux non ferreux, augmente dans les fonderies de fer et d'acier et atteint un sommet dans les usines de moulage à la cire perdue. Il dépend en partie de la taille des fonderies, et en partie du genre de produits fabriqués et de procédés utilisés.

Etant donné que la refonte de la ferraille entraîne un gros gaspillage d'énergie, il faudrait attacher une grande importance au contrôle des procédés. En outre, un taux de production de ferraille trop élevé représente un gaspillage de main-d'oeuvre, de matériaux de moulage et de noyautage, de produits réfractaires et d'inoculants. Enfin, il s'agit de l'une des principales causes des retards de production et de livraison.

La plupart des fonderies qui ne disposent pas d'un bon mécanisme de contrôle des procédés pourraient atteindre un rendement minimal acceptable en n'investissant que $20 000. Il pourrait s'agir d'un simple équipement pour l'essai des sables, d'un indicateur d'eutectiques pour fonderies de fer ou, tout au moins, d'un pyromètre à immersion.

Il est permis de s'interroger sur la raison pour laquelle certaines fonderies ne font pas les investissements qui s'imposent. Est-ce dû à un manque de fonds, à un manque de connaissance de la part des chefs d'entreprise ou à un

manque de personnel compétent? Quoiqu'il en soit, toutes les fonderies ont besoin, pour réussir, d'appareils qui leur permettent de vérifier les sables de moulage et la température des métaux au cours du traitement.

8.4 CONTROLE DE LA QUALITE

Les données recueillies au moyen du questionnaire ont révélé que 40% des fonderies canadiennes n'avaient pas l'équipement ou les méthodes nécessaires pour s'assurer que les produits étaient conformes aux spécifications de l'acheteur. Toutefois, ce chiffre peut porter à confusion, car de nombreuses entreprises n'ont pas toujours besoin de spécifications officielles et n'effectuent des essais qu'occasionnellement. En outre, certains clients utilisent des spécifications uniquement pour décrire la pièce et n'insistent pas sur la vérification. Comme dans le cas du contrôle des procédés, les lacunes se situent surtout chez les fonderies de métaux non ferreux et les petites entreprises. Dans la plupart des cas, lorsque le contrôle des procédés n'est pas suffisant, le contrôle de la qualité ne l'est pas non plus.

Il existe toutefois des cas où les clients d'une fonderie ne fournissent pas de plans officiels.

Il ne serait pas raisonnable de s'attendre à ce que les petites fonderies se dotent de laboratoires chimiques complets ou d'un équipement d'essai de traction. Toutefois, il existe, dans la plupart des grands centres, des laboratoires d'essai indépendants qui pourraient assurer de tels services. Il importe donc, dans ce cas, d'évaluer la disponibilité de laboratoires indépendants et d'établir des installations locales là où il n'y en a pas.

8.5 TECHNOLOGIE

Comme on pouvait s'y attendre, le degré d'organisation technique est fonction de la taille de l'entreprise. Il semble que la première mesure que l'on prenne consiste à mettre sur pied un département d'inspection, de contrôle métallurgique ou de contrôle de la qualité, et la dernière à effectuer des travaux de recherche et développement. Comme dans le cas du contrôle des procédés et de la qualité, ce sont les usines de moulage à la cire perdue qui présentent le degré d'organisation le plus élevé; viennent ensuite, dans l'ordre, les fonderies d'acier, les fonderies de fer et les fonderies de métaux non ferreux. Environ 25% des répondants ont indiqué qu'ils se livraient à des travaux de recherche et développement. Il semble que la majeure partie de ces travaux soit centralisée dans les compagnies possédant plusieurs usines, ou porte sur des produits finis dans des sociétés possédant des fonderies intégrées. Dans le cas des fonderies fabriquant des pièces d'automobile et d'autres filiales canadiennes de grandes entreprises américaines, la majeure partie des travaux de recherche et développement s'effectue dans les laboratoires des Etats-Unis.

A en juger par les problèmes techniques relevés sur les questionnaires, l'acquisition de nouvelles connaissances scientifiques ou leur application à des techniques utiles ne constituent pas un besoin pressant au sein de l'industrie canadienne de la fonderie. Les questionnaires ont toutefois révélé certains besoins précis en cette matière, et il en sera question dans la section 10.

La plupart des problèmes signalés n'étaient pas de nature technologique, mais uniquement d'ordre technique au sens le plus large du terme (par exemple, le manque de personnel qualifié). Les problèmes vraiment technologiques qui ont été soulevés peuvent se régler pour la plupart en appliquant des connaissances qui ont déjà été diffusées et que toutes les entreprises devraient posséder.

Ce qu'il faut donc, dans ce cas, c'est de trouver des moyens de procurer à l'industrie la technologie disponible. Une des solutions évidentes à ce problème serait de fournir aux entreprises des ingénieurs et des techniciens qui ont reçu une instruction ou une formation axée sur la fonderie.

Dans plusieurs questionnaires et au cours de maintes réunions, les gestionnaires ont fait valoir la nécessité de trouver des façons d'améliorer la productivité de l'industrie cana-

dienne de la fonderie. Là encore, la présence d'ingénieurs plus spécialisés s'impose.

8.6 VENTE ET COMMERCIALISATION

Un grand nombre de fonderies ont indiqué que, pour des raisons technologiques, elles étaient exclues de certains marchés intérieurs et étrangers. C'est toujours le manque de matériel de contrôle des procédés ou de la qualité qui en était la cause, sauf dans une fonderie, qui était exclue d'un marché parce qu'elle n'avait pas de matériel de dégazage à l'argon-oxygène. Les problèmes semblent surtout d'ordre financier, les fonderies n'étant pas convaincues que le marché en question justifiait le coût de l'équipement. Si l'on examine la question de plus près, il apparaît que beaucoup de ces fonderies n'ont pas le personnel qualifié qui s'impose ou que leur organisation n'est simplement pas de taille pour relever ce défi.

Les entreprises qui n'ont pas de vendeurs possédant des compétences techniques ou une expérience en ateliers ne sont pas toujours à la hauteur de leurs tâches ou ne peuvent pas toujours aider le client autant que le font des fournisseurs américains. Cette situation est particulièrement vraie dans le cas de pièces coulées résistant à l'abrasion et à la corrosion. Donc, les besoins sont de deux ordres: aide financière et recrutement d'employés mieux qualifiés pour le contrôle de la qualité et la vente.

8.7 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT, SANTE ET SECURITE

La quasi totalité des fonderies chez lesquelles nous nous sommes rendus se conforment à la réglementation de l'environnement, de la santé et de la sécurité. Les exceptions sont généralement des fonderies de petite taille ou établies de longue date, où le plan d'ensemble des usines ou l'état périmé de l'équipement posent des problèmes plus aigus. Deux problèmes majeurs persistent toujours. Le premier est celui de la fonderie qui voit se construire autour d'elle une nouvelle zone résidentielle. L'autre est de nature purement technique et consiste à éliminer les fumées et odeurs associées à l'utilisation d'agglomérants chimiques. A cet égard, il faudra se livrer à des travaux de recherche et développement pour trouver de meilleures méthodes d'élimination et mettre au point un système d'agglomération chimique moins nuisible.

8.8 ECONOMIES D'ENERGIE

En règle générale, les chefs d'entreprise considèrent que les économies d'énergie, à l'instar des mesures de protection de l'environnement, d'hygiène et de sécurité, sont une bonne affaire. Presque toutes les fonderies visitées menaient activement des programmes d'économies d'énergie. Seules les petites fonderies de tous genres faisaient exception à cette règle.

Nombre des mesures adoptées sont communes à toutes les entreprises, comme le contrôle énergétique des installations; cependant, beaucoup de fonderies ont trouvé des méthodes ingénieuses et exclusives pour lutter contre les gaspillages d'énergie. Une large diffusion des technologies disponibles et un échange d'idées entre fondeurs seraient de mise.

8.9 SUCCES ET ECHECS DANS L'INDUSTRIE DE LA FONDERIE

Pour réussir dans ce domaine, une fonderie doit d'abord et avant tout se donner une position concurrentielle sur le marché. Ensuite, elle doit se doter des installations, du personnel et des technologies nécessaires pour servir sa part du marché, en veillant à établir un équilibre entre ses ressources. A cet égard, un programme d'information approfondi avec études de cas pourrait être utile.

Plusieurs acheteurs ont signalé qu'ils avaient du mal à se procurer des produits en grandes quantités; or cela se comprend si l'on considère la taille du marché canadien et la sporadicité des grosses commandes. Une des solutions à ce problème, dans le contexte canadien, serait de mettre au point des systèmes de moulage automatisé moins coûteux et plus souples, dont le rendement serait efficace quelle que soit l'importance de la commande.

9. RECOMMANDATIONS GENERALES

9.1 INSTRUCTION ET FORMATION

9.1.1 Cours offerts dans les établissements reconnus

Le nombre d'ingénieurs et de techniciens dont aura besoin l'industrie de la fonderie dépasse largement celui que les universités et collèges du Canada sont en mesure de fournir. Quoi qu'il en soit, ces établissements n'inculquent pas aux étudiants suffisamment de connaissances sur les sciences et technologies reliées à la fonderie. Comme la demande de tous genres d'ingénieurs et de techniciens devrait, selon ce qui nous a été dit, dépasser la demande de diplômés, certains services supplémentaires seraient indiqués. Compte tenu des restrictions imposées actuellement aux budgets de l'éducation, il est peu probable que les universités canadiennes ajoutent des cours de fonderie à leur programme d'études techniques. Nombre d'universités américaines offrent de ces cours. La plupart, sinon toutes, obtiennent une aide financière ou autre de la Foundry Educational Foundation, qui est composée de sociétés oeuvrant au sein de l'industrie de la fonderie. Cette organisation n'a d'autre but que d'encourager et d'aider les universités et les collèges à mettre au point des cours à l'intention d'ingénieurs et de techniciens désirant poursuivre une carrière dans l'industrie de la fonderie. Leurs efforts ont été couronnés de succès.

En Europe, on construit des écoles de fonderie avec l'aide de l'Etat, de l'industrie, ou des deux. Cette façon de faire s'est également révélée heureuse.

Certaines entreprises canadiennes ont embauché des diplômés d'écoles américaines et européennes et obtenu de bons résultats.

Il est peu probable que l'une ou l'autre de ces approches réussisse au Canada. Premièrement, la question de l'éducation est de compétence provinciale; deuxièmement, la taille et la dispersion géographique de l'industrie de la fonderie rendraient difficile l'une ou l'autre approche.

Ce que nous recommandons est en fait une combinaison des deux méthodes.

(a) Il faudrait établir une école de fonderie qui serait affiliée à une grande université. L'université accorderait des diplômes et offrirait les cours nécessaires en sciences pures et en sciences humaines. Le collège, quant à lui, offrirait des cours dans les sciences et technologies propres à l'industrie de la fonderie. Il serait financé par l'industrie de la fonderie et par les gouvernements fédéral et provinciaux. Une des possibilités qui apparaissent d'emblée serait de faire appel aux installations de recherche en fonderie et aux employés du ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources (EMR).

(b) Les techniciens de la fonderie pourraient recevoir leur formation dans un collège public. Une aide financière et autre pourrait être accordée par la même association de fonderies et les principaux fournisseurs de l'industrie. Les professeurs pourraient provenir, du moins en partie, de fonderies locales.

Bien entendu, les recommandations ci-dessus se veulent des points de départ pour des discussions ultérieures. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue le fait que l'industrie canadienne de la fonderie doit faire un effort et s'organiser pour résoudre ce que la plupart des entreprises considèrent comme leur problème le plus pressant: du personnel qualifié. Il est également clair qu'un programme de ce genre réclame une forme de participation ou d'aide du gouvernement.

9.1.2 Formation permanente et en cours d'emploi

En dépit de lourds engagements vis-à-vis de programmes de formation, les dirigeants des fonderies ont besoin d'encore plus d'aide à cet égard. Parmi les suggestions qui ont été avancées, notons:

(a) Programmes de formation sur vidéo-cassettes, sur certains sujets généraux et particuliers;

(b) examen approfondi de la technologie d'une fonderie particulière;

(c) étude technologique approfondie de certains sujets;

(d) étude des progrès les plus récents accomplis dans le domaine de la technologie;

(e) programme d'essais technologiques. Il s'agirait d'une série de courts examens écrits, pour évaluer les connaissances d'un technicien ou d'un superviseur de fonderie sur un sujet donné (par exemple, la technologie des sables, systèmes d'alimentation, etc.). Des normes nationales d'accréditation pourraient être établies pour les employés de fonderie.

9.1.3 Recrutement

Les programmes d'éducation n'auront d'efficacité que si les jeunes hommes et femmes ont l'impression que l'industrie de la fonderie est un endroit où il fait bon travailler. C'est à l'industrie elle-même de résoudre cet aspect du problème, en améliorant ses installations et en nouant des relations étroites avec des étudiants de niveau collégial en montant.

9.2 CONTROLE DES PROCEDES

Le ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources devrait mettre sur pied un programme en collaboration avec l'Association des fondeurs du Canada, pour faire connaître publiquement la valeur du contrôle des procédés, établir des méthodes optimales pour chaque type de fonderies et déterminer les coûts d'un travail de ce genre. Cette information serait diffusée à toutes les fonderies, peut-être sous forme de listes de vérification.

Les dépenses engagées pour améliorer le contrôle des procédés, accroître le rendement et, ainsi, économiser l'énergie, devraient être considérées au même titre que toute autre mesure d'économies énergétiques, et il faudrait leur accorder une attention et une aide analogues.

9.3 CONTROLE DE LA QUALITE

Jusqu'ici, l'industrie de la fonderie s'est prévalue de subventions ou d'autres formes d'aide financière pour améliorer sa productivité et élargir ses installations. Une aide analogue devrait être accordée en faveur de l'achat de matériel de contrôle de la qualité, qui permettrait à une fonderie d'élargir sa part du marché.

Il faudrait étudier dans quelle mesure il existe des laboratoires d'essais privés capables d'exécuter des travaux pour le compte de fonderies trop petites pour se permettre d'acheter leur propre équipement. Là où aucun service de ce genre n'existe, les fonderies et d'autres clients possibles devraient envisager de mettre sur pied une installation commune. Des employés de l'EMR pourraient guider les entreprises à cet égard.

9.4 TECHNOLOGIE

Plusieurs fonderies ont fait valoir la nécessité de procéder à des études et d'apporter une aide en faveur de l'amélioration du rendement. Elles ont également besoin d'équipements automatisés mieux adaptés aux réalités du marché canadien.

La British Cast Iron Research Association compte parmi ses activités des travaux en génie industriel. Nous ne voyons pas pourquoi le ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources ne pourrait pas étendre son mandat à ce domaine d'activité.

9.5 ECONOMIES D'ENERGIE

Un atelier ou un séminaire consacré aux économies d'énergie dans l'industrie de la fonderie constituerait un moyen utile de faire connaître de nouvelles technologies et d'échanger des idées. De par les conditions qui y prévalent, le Canada se heurte à des problèmes plus difficiles à résoudre, mais offre aussi des possibilités plus grandes que le plupart des autres pays industrialisés. L'EMR pourrait probablement, mieux que toute autre organisation, mettre sur pied et planifier ce genre de programme.

9.6 COMMERCIALISATION

L'importance d'une position concurrentielle sur le marché et les commentaires plutôt négatifs de certains acheteurs justifient la nécessité d'une aide en faveur de l'industrie de la

fonderie. Le ministère de l'Industrie et du Commerce serait plus à même d'apporter cette aide, car il a déjà des activités en cours dans ce domaine et pourrait mettre sur pied des programmes encore plus efficaces en se basant sur les conclusions de la présente étude.

10. RECOMMANDATIONS PRECISES CONCERNANT DES PROGRAMMES DE RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'industrie canadienne de la fonderie a des besoins plus pressants qu'acquérir de nouvelles connaissances fondamentales ou mettre au point de nouvelles technologies. Cependant, elle doit poursuivre ses activités de recherche et développement, non seulement pour préparer l'avenir, mais aussi pour s'attaquer à des problèmes purement canadiens. En outre, ces travaux seraient un complément indispensable à tout programme d'éducation de niveau plus élevé.

Nous recommandons des travaux de recherche et développement dans les domaines suivants:

(1) Alliages résistant à l'abrasion. Cette étude devrait comprendre la mécanique des divers phénomènes d'abrasion, ainsi que les alliages comme tels. Les matériels de meulage, de broyage et autres dont sont équipés les laboratoires de traitement minéral de l'E.M.R. pourraient servir à l'étude des phénomènes d'abrasion et à l'essai des alliages. Une étude combinant l'abrasion et la corrosion devrait également être entreprise.

(2) Réduction des fumées et odeurs. Il faudrait comparer et évaluer des méthodes de réduction des fumées et odeurs produites par des agglomérants chimiques. De nouvelles méthodes devraient être élaborées au besoin.

(3) Agglomérants sans fumée ni odeur. Le travail à ce sujet devrait être poursuivi.

(4) Production de sables de moulage canadiens. L'E.M.R. s'intéresse à cette question depuis de nombreuses années. Les efforts devraient être poursuivis, peut-être en collaboration avec d'autres laboratoires, en vue d'une exploitation commerciale.

(5) Automatisation souple et peu coûteuse des petites fonderies travaillant à la pièce.

(6) Alliages à basse température. Les travaux devraient être poursuivis et, si possible, intensifiés.

(7) Défauts des pièces coulées. Il s'agirait de dépouiller continuellement la documentation existante et, au besoin, de pousser les recherches plus à fond.

(8) Production de pièces coulées de formes compliquées et à profil léger. Cette question acquiert de plus en plus d'importance étant donné que les travailleurs de l'automobile et d'autres industries cherchent constamment à réduire le poids de leurs produits. Ce travail devrait couvrir tous les alliages de pièces coulées commeciales, y compris les effets du sable et d'autres aspects du moulage, ainsi que les propriétés et la solidification des métaux liquides.

(9) Les effets de l'emploi de grandes quantités de noyaux comportant des agglomérants chimiques sur le contrôle des sables de moulage.

(10) Compressibilité des moules et noyaux comportant des agglomérants chimiques.

(11) Economies d'énergie. Il faut explorer à fond les possibilités de récupération de la chaleur, et ainsi découvrir les économies à réaliser. Ce travail devrait être suivi d'un examen critique des méthodes et du matériel actuellement utilisés. Enfin, il faudrait amener à la phase de développement des concepts prometteurs, comme celui des tuyaux de chaleur.

(12) Facteurs influant sur la durée de conservation des noyaux comportant des agglomérants chimiques. De nombreuses fonderies ont signalé des problèmes dans ce domaine.

REMERCIEMENTS

Nous offrons nos sincères remerciements au ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources, pour l'appui et le concours qu'il nous a apportés, ainsi qu'à l'autorité scientifique qui est à l'origine de ce travail.

Nous désirons également exprimer toute notre gratitude aux nombreux fondeurs qui, en dépit de leur grande charge de travail, ont pris le temps de remplir le questionnaire. En outre, beaucoup de gestionnaires et chefs d'entreprise ont tout fait pour que la visite de leurs usines soit une expérience non seulement agréable, mais aussi enrichissante. Le souci qu'ils ont du bien-être de notre industrie est digne d'éloge, et leur hospitalité chaleureuse est vivement appréciée.

Par leur soutien et leur collaboration, l'Association des fondeurs du Canada, l'Association des fondeurs du Québec, l'Association des fondeurs de métaux non ferreux et la Copper and Brass Development Association nous ont grandement facilité la tâche.

Enfin, nous désirons remercier les représentants du ministère fédéral de l'Industrie et du Commerce, ainsi que tous les ministères provinciaux de l'industrie, du commerce et de l'expansion économique qui nous ont si bien aidés à obtenir des listes de fonderies et d'autres renseignements précieux.

SONDAGE

L'opinion des lecteurs intéressés peut influencer l'orientation future des recherches à CANMET.

Nous vous invitons, donc, à évaluer le rapport - nº _____

Est-il utile?	Oui_____	Non_____
Traite-t-il d'un problème de l'industrie?	Oui_____	Non_____
Le sujet est-il prioritaire?	Oui_____	Non_____

Commentaires _____

_____

_____

Postez à: Rédacteur de CANMET, EMR, 555 rue Booth.
Ottawa, Ontario, K1A 0G1

Une copie gratuite de la Revue de CANMET sera envoyée sur demande.

CANMET REPORTS

Recent CANMET reports presently available or soon to be released through Printing and Publishing, Supply and Services, Canada (addresses on inside front cover), or from CANMET Publications Office, 555 Booth Street, Ottawa, Ontario, K1A 0G1:

Les récents rapports de CANMET, qui sont présentement disponibles ou qui ce seront bientôt peuvent être obtenus de la direction de l'Imprimerie et de l'Edition, Approvisionnements et Services, Canada (adresses au verso de la page couverture), ou du Bureau de Vente et distribution de CANMET, 555 rue Booth, Ottawa, Ontario, K1A 0G1:

79-1 Tantalum and niobium ore dressing investigations at CANMET; D. Raicevic and H.L. Noblitt;
Cat. No. M38-13/79-1, ISBN 0-660-10419-9; Price: $3.85 Canada, $4.65 other countries.

79-2 Synthesis and characterization of zirconia electrolytes for potential use in energy conversion systems; T.A. Wheat;
Cat. No. M38-13/79-2, ISBN 0-660-10405-9; Price: $1.75 Canada, $2.10 other countries.

79-6 Heat-affected-zone toughness of welded joints in micro-alloy steels; (Noranda Research) D.W.G. White and K. Winterton, editors;
Cat. No. M38-13/79-6, ISBN 0-660-10413-X; Price: $5.75 Canada, $6.90 other countries.

79-9 Construction and operation of a continuous ion exchange pilot plant using fluidized-bed columns; P. Prud'homme and B.H. Lucas;
Cat. No. M38-13/79-9, ISBN 0-660-10440-7; Price: $1.25 Canada, $1.50 other countries.

79-13 Liquid fuels from Canadian coals; G. Taylor;
Cat. No. M38-13/79-13, ISBN 0-660-10424-5; Price: $3.10 Canada, $3.75 other countries.

79-14 Zinc concentrate CZN-1 - A certified reference material; G.H. Faye, W.S. Bowman and R. Sutarno;
Cat. No. M38-13/79-14, ISBN 0-660-10270-6; Price: $2.00 Canada, $2.40 other countries.

79-15 Lead concentrate CPB-1 - A certified reference material; G.H. Faye, W.S. Bowman and R. Sutarno;
Cat. No. M38-13/79-15, ISBN 0-660-10287-0; Price: $2.00 Canada, $2.40 other countries.

79-16 Copper concentrate CCU-1 - A certified reference material; G.H. Faye, W.S. Bowman and R. Sutarno;
Cat. No. M38-13/79-16, ISBN 0-660-10288-9; Price $1.45 Canada, $1.75 other countries.

79-19 Test installation for studying erosion-corrosion of metals for coal washing plants; G.R. Hoey, W. Dingley and C.T. Wiles;
Cat. No. M38-13/79-19, ISBN 0-660-10420-2; Price: $1.10 Canada, $1.35 other countries.

79-21 Removal of radionuclides from process streams - A survey; I.J. Itzkovitch and G.M. Ritcey;
Cat. No. M38-13/79-21, ISBN 0-660-10409-1; Price: $8.00 Canada, $9.60 other countries.

79-22 Mineral waste resources of Canada report no. 3 - Mining wastes in British Columbia; R.K. Collings;
Cat. No. M38-13/79-22, ISBN 0-660-10407-5; Price: $2.00 Canada, $2.40 other countries.

79-24 A study and assessment of the technological capabilities of the Canadian foundry industry; (R. Shnay and Associates Ltd.) R.K. Buhr, editor;
Cat. No. M38-13/79-24, ISBN 0-660-10427-X; Price: $3.25 Canada, $3.90 other countries.

79-27 Mineralogy of samples from the Lac des Iles area, Ontario; L.J. Cabri and J.H.G. Laflamme;
Cat. No. M38-13/79-27, ISBN 0-660-104030-X; Price: $1.00 Canada, $1.20 other countries.